System Engineering and Productivity/ 2025/ Vol.5/ No.2/ 97-118

System Engineering and Productivity

DOI: 10.22034/sep.2025.2049327.1252

A Decision-making Model for the Problem of Designing the Layout of Medical Centers Considering Uncertainty

Niloufar Kashanian Monfared[1], Nasser Safaie[2*], Seyed Javad Hosseininezhad[2]

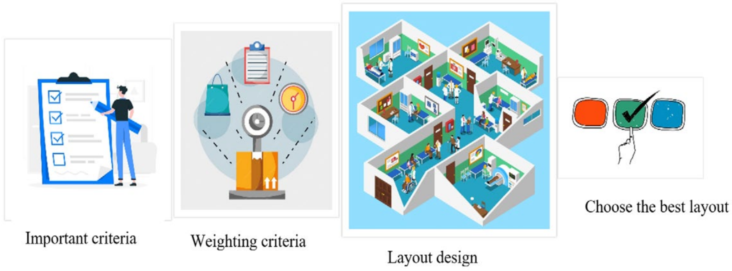
[1] M.Sc. Student, Department of Industrial Engineering, K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran

[2] Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran

HIGHLIGHTS

- As the most critical and complex areas of any healthcare facility, hospital emergency departments require urgent and creative interventions to deal with growing challenges.
- Proper layout is necessary for these centers that are facing limited resources in allocating departments or expanding space and infrastructure.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article history:
Article Type: Research paper
Received: 15 January 2025
Revised: 11 February 2025
Accepted: 22 February 2025
Available online: 22 February 2025

*Correspondence:
nsafaie@kntu.ac.ir

How to cite this article:
Monfared, N. K., Safaie, N., & Hosseininezhad, S. J. (2025). A decision-making model for the problem of designing the layout of medical centers considering uncertainty. *System Engineering and Productivity*, 5(2), 97-118.

Keywords:
Facility layout design
Multi-criteria decision making
Fuzzy TOPSIS
Fuzzy AHP
Fuzzy Delphi
Similarity to fuzzy ideal solution

ABSTRACT

In the healthcare industry, the optimal design of the layout of medical centers, especially the emergency department, plays a vital role in improving the quality of services, increasing patient satisfaction, and improving safety. This design can help improve patient care, reduce operating costs, and optimize the use of resources. However, due to the uncertainty, the layout design of medical centers is complicated. While previous researches have focused more on deterministic approaches, the effect of uncertainty has been given less attention. This research presents a hybrid framework using fuzzy set theory and multi-criteria decision-making techniques. In the current research, first by reviewing articles and interviewing experts, 22 key indicators were identified in different dimensions of the emergency department. After distributing the fuzzy Delphi questionnaire and conducting a survey phase, seven final indicators including "length of stay", "waiting time", "admission rate", "overcrowding rate", "re-attendance rate", "time to initial assessment" and "Patients' satisfaction" were confirmed. Then, using the fuzzy hierarchical analysis method, the selected indicators were weighted and two optimal layouts were designed with the help of ALDP and KRAFT algorithms. In the end, to evaluate and rank the layouts, the method of similarity to the fuzzy ideal solution was used. The results of this research will be of great help to the managers of medical centers in optimizing the design of layout and initial design and can lead to improving the efficiency and effectiveness of medical services.

1. Introduction

Layout design in medical centers, especially in emergency departments which are the most critical and complex parts of these facilities, plays a central role in providing quality services, increasing patient satisfaction, and improving safety. These centers face growing challenges such as limited resources and the need for optimal allocation of space and infrastructure. Effective layout design not only helps to improve patient care and reduce operational costs but also optimizes resource utilization. However, due to the inherent uncertainties in healthcare environments, the layout design of these centers is a complex and difficult process that requires novel and creative approaches. Given the importance of the topic and the existing challenges, many studies have been conducted on the layout design of healthcare facilities. However, most of these studies have addressed the problem in a deterministic manner and have paid less attention to the effects of uncertainties. In contrast, this research aims to develop a decision-making model for layout design in medical centers by considering uncertainties, thereby addressing this gap in the literature. The proposed model helps managers and decision-makers to select the optimal layout even in uncertain conditions, thus improving the overall performance of healthcare departments. In this article, a comprehensive decision-making model is presented to solve the layout design problem in medical centers, especially in the emergency department. The main novelty and contribution of this research is the presentation of a new approach to managing uncertainties, a critical factor that has often been overlooked in previous deterministic models. We propose a Robust Model that allows health managers and decision-makers to optimize the optimal layout under uncertain conditions. By bridging the gap between theoretical models and the practical complexities of the healthcare environment, this research makes a significant contribution to improving the quality and efficiency of healthcare services and provides a unique and effective tool for decision-making.

2. Methodology

The present study presents a hybrid framework using fuzzy set theory and multi-criteria decision-making techniques. According to the research steps in Figure 1, first, by reviewing the articles and interviewing experts, 22 key indicators in different dimensions of the emergency department were identified. After distributing the fuzzy Delphi questionnaire and conducting a survey phase, seven final indicators including "length of stay", "waiting time", "admission rate", "crowd rate", "re-attendance rate", "time to initial assessment" and "patient satisfaction" were confirmed. Then, using the fuzzy analytic hierarchy process, the selected indicators were weighted and two optimal layouts were designed with the help of Aldap and Craft algorithms. Finally, the fuzzy ideal solution similarity method was used to evaluate and rank the layouts.

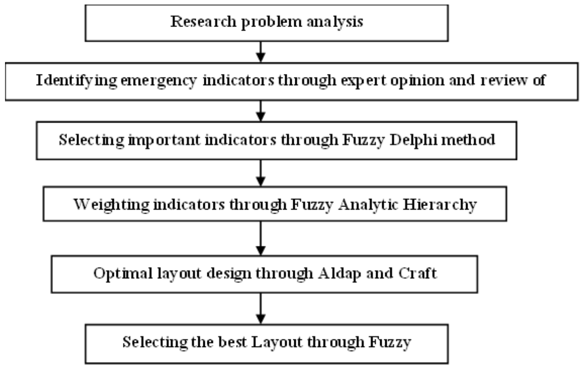


Figure 1. Steps to conduct research.

3. Results and Discussion

In this study, first, by reviewing articles and talking to experts, 22 important indicators for the emergency department were identified by categorizing them in the dimensions of time, quality, safety, resources and equipment, and satisfaction. By distributing a fuzzy Delphi questionnaire with a five-point Likert scale (very low, low, medium, high, and very high) and surveying experts in one stage, seven indicators of length of stay, waiting time, time to initial assessment, readmission rate, admission rate, congestion rate, and patient satisfaction were confirmed with a threshold higher than 0.7. With these seven indicators, in the next stage, the indicators were weighted using the fuzzy analytic hierarchy process. In the next stage, we designed the optimal layout using the Aldap and Craft algorithms designed in Excel. We designed by entering information such as the number of departments and their names, the total and approximate area of the emergency department, the name of each department, the flow (activity relationship matrix), and the cost between departments. It should be noted that the activity relationship matrix was the result of the arithmetic mean of the opinions of five experts. Each expert filled in the activity relationship matrix by commenting on the degree of proximity or distance of the sections with Latin letters (A, E, I, O, U, X). Finally, all the cells of the matrix were filled in with the arithmetic mean of the opinions and the results of each average were completed by spacing and

assigning Latin letters to numbers. The cost of the sections was also considered the same. Then, by entering this information, the layout was designed. In the last stage, it was time to rank the designed layouts using the similarity method to the fuzzy ideal solution, which showed in Table 1 that the Craft layout took first place and the Aldap layout took second place.

Table 1 Results and Final Ranking

Rank	Similarity	Result
2	0.2563	Arrangement with Aldep
1	0.4798	Arrangement with Carft

4. Conclusions

The proposed path in this study provides a logical basis for selecting the most optimal and appropriate emergency department layout plan to improve the activities performed by doctors, nurses, and other medical staff, as well as patients. This study allows hospital managers and experts, including quality improvement experts, to identify the most important indicators that are effective in improving the layout of critical departments and evaluate the current layout plan of their hospital emergency department based on it. In order to have a suitable plan for evaluating departments, these indicators can be included in the form of a survey of experts before designing the department to encourage its experts. Based on the results obtained, the length of stay index plays an important role in solving the problem of emergency department layout. As a result, experts should pay special attention to this indicator and its sub-criteria. Hospitals can prioritize designs that have received higher scores based on the proposed route in their layout plan before building wards and also after construction when replacing wards.

Funding

This research received no external funding.

Author contributions

All authors have had equal roles and contributions to the article.

Conflicts of interest

There are no conflicts of interest associated with this research.

Acknowledgments

We are grateful to all colleagues who provided insights and expertise that greatly assisted this research. We also thank the anonymous reviewers for their valuable suggestions to improve the paper.

References

Arunyanart, S., & Pruekthaisong, S. (2018). Selection of multi-criteria plant layout design by combining AHP and DEA methodologies. *MATEC Web of Conferences, 192*, 01033. https://doi.org/10.1051/matecconf/201819201033

Athawale, V. M., & Chakraborty, S. (2010). Facility layout selection using PROMETHEE II method. *IUP Journal of Operations Management, 9*(1/2), 81–98.

Bacudio, L., Esmeria, G. J., & Promentilla, M. A. (2016). A fuzzy analytic hierarchy process approach for optimal selection of manufacturing layout. In *DLSU Research Congress* (pp. 7–9). De La Salle University.

Besbes, M., Affonso, R. C., Zolghadri, M., Masmoudi, F., & Haddar, M. (2017). Multi-criteria decision making for the selection of a performant manual workshop layout: A case study. *IFAC-PapersOnLine, 50*(1), 12404–12409. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2424

مهندسی سیستم و بهره‌وری/ سال ۱۴۰۴/ دوره ۵/ شماره ۲/ صفحه ۹۷-۱۱۸

نشریه مهندسی سیستم و بهره‌وری

DOI: 10.22034/sep.2025.2049327.1252

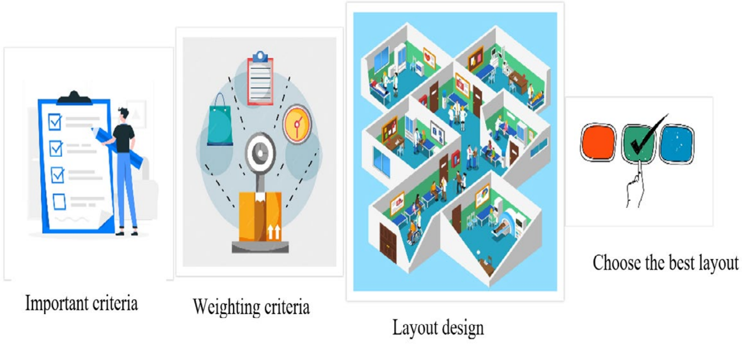
یک مدل تصمیم‌گیری برای مسئله طراحی چیدمان مراکز درمانی با درنظرگرفتن عدم قطعیت

نیلوفر کاشانیان منفرد[1]، ناصر صفایی [2*]، سید جواد حسینی نژاد [2]

[1] کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

[2] استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

چکیده گرافیکی



برجسته‌ها

- بخش‌های اورژانس بیمارستانی به‌عنوان حیاتی‌ترین و پیچیده‌ترین مناطق هر مرکز مراقبت‌های بهداشتی، نیازمند مداخلات فوری و خلاقانه برای مقابله با چالش‌های روبه رشد هستند.
- چیدمان مناسب برای این مراکز که با محدودیت منابع در تخصیص بخش‌ها یا گسترش فضا و زیرساخت‌ها مواجه هستند ضروری است.

چکیده

در صنعت بهداشت و درمان، طراحی بهینه چیدمان مراکز درمانی، به‌ویژه بخش اورژانس، نقش حیاتی در بهبود کیفیت خدمات، افزایش رضایت بیماران و ارتقای ایمنی دارد. این طراحی می‌تواند به بهبود مراقبت‌های بیماران، کاهش هزینه‌های عملیاتی و استفاده بهینه از منابع کمک کند. بااین‌حال، به دلیل وجود عدم قطعیت، طراحی چیدمان مراکز درمانی پیچیده است. درحالی‌که تحقیقات قبلی بیشتر بر رویکردهای قطعی تمرکز داشته‌اند، تأثیر عدم قطعیت کمتر موردتوجه قرار گرفته است. این پژوهش یک چارچوب ترکیبی با استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ارائه می‌دهد. در پژوهش حاضر ابتدا با مرور مقالات و مصاحبه با خبرگان، ۲۲ شاخص کلیدی در ابعاد مختلف بخش اورژانس شناسایی شدند. پس از توزیع پرسش‌نامه دلفی فازی و انجام یک مرحله نظرسنجی، هفت شاخص نهایی شامل طول اقامت، زمان انتظار، نرخ پذیرش، میزان ازدحام، میزان حضور مجدد، زمان تا ارزیابی اولیه و رضایت بیماران تأیید شدند. سپس، با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی، شاخص‌های انتخاب‌شده وزن دهی شدند و دو چیدمان بهینه با کمک الگوریتم‌های آلدپ و کرفت طراحی گردید. در پایان، برای ارزیابی و رتبه‌بندی چیدمان‌ها، از روش شباهت به راه‌حل ایده‌آل فازی استفاده شد. نتایج این پژوهش به مدیران مراکز درمانی در بهینه‌سازی طراحی چیدمان و طراحی اولیه کمک شایانی خواهد کرد و می‌تواند به بهبود کارایی و اثربخشی خدمات درمانی منجر شود.

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۶

بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۲۳

پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۴

ارائه برخط: ۱۴۰۳/۱۲/۰۴

*نویسنده مسئول:

nsafaie@kntu.ac.ir

کلیدواژه‌ها:

طراحی چیدمان

تصمیم‌گیری چندمعیاره

تاپسیس فازی

تحلیل سلسله‌مراتبی فازی

دلفی فازی

شباهت به راه‌حل ایده‌آل فازی

۱- مقدمه

بخش‌های اورژانس بیمارستانی به‌عنوان حیاتی‌ترین و پیچیده‌ترین مناطق هر مرکز مراقبت‌های بهداشتی، نیازمند مداخلات فوری و خلاقانه برای مقابله با چالش‌های روبه رشد هستند. عملکرد نادرست در اورژانس می‌تواند کل سیستم بیمارستانی را مختل کند و مانع ارائه خدمات بهداشتی به جامعه شود (Brambilla et al., 2022). بسیاری از مراکز درمانی با محدودیت منابع در تخصیص بخش‌ها یا گسترش فضا و زیرساخت‌ها مواجه هستند که برای ارائه خدمات مناسب ضروری است. این مراکز با مشکلاتی مانند از دست دادن منابع، نبود روش‌های ایمنی برای تجهیزات و بیماران و مسائل دیگر روبه‌رو هستند. یکی از چالش‌های همیشگی در محیط‌های درمانی، اطمینان از جریان صحیح و ایمن بیماران در سیستم‌های درمانی است. ازدحام بیش از حد و تأخیر در خدمات می‌تواند ناشی از ناکارآمدی‌ها و خطاهای کوچک در ارائه مراقبت‌های بهداشتی باشد که به دلیل افزایش تقاضای بیماران رخ می‌دهد (El Kady et al., 2017). مسائل مربوط به طراحی چیدمان مراکز درمانی به دودسته تک طبقه و چندطبقه تقسیم می‌شوند. چیدمان تک طبقه معمولاً ساده‌تر و متفاوت‌تر از چیدمان چندطبقه است. هدف این مطالعه، ارتقای کارایی عملیاتی، بهبود نتایج بیماران و افزایش انطباق‌پذیری فضاهای درمانی است. طراحی چیدمان یکی از تصمیمات کلیدی است که تأثیر مستقیمی بر هزینه‌های تولید شرکت‌ها در یک محیط رقابتی دارد. هزینه‌های حمل‌ونقل مرتبط با ترتیبات تأسیسات می‌تواند بین ۲۰ تا ۵۰ درصد هزینه‌های عملیاتی را شامل شود که با برنامه‌ریزی مناسب می‌توان ۲ تا ۱۰ درصد از این هزینه‌ها را کاهش داد (Hosseini-Nasab et al., 2018).

۲- مبانی نظری

انتخاب چیدمان تسهیلات می‌تواند به‌عنوان یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره[1] مورد بررسی قرار گیرد، زیرا شامل ارزیابی طرح‌بندی‌های مختلف بر اساس مجموعه‌ای از معیارها برای انتخاب بهترین گزینه است.

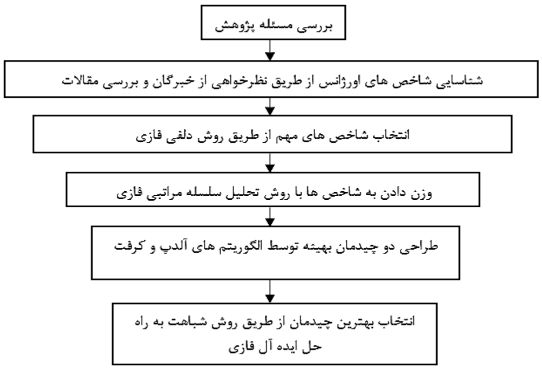
[1] MCDM (Multi Criteria Decision Making)

قراردادن امکانات موجود یا جدید در یک منطقه انتخاب‌شده یک کار پیچیده برای طراح است که مستلزم تحقق چندین هدف متضاد است؛ بنابراین، ارزیابی، طراحی و انتخاب مناسب‌ترین چیدمان برای اثربخشی عملکردی سازمان بسیار مهم است (Athawale & Chakraborty, 2010). مشکلات چیدمان تأسیسات عمدتاً به سازمان‌های تولیدی مربوط می‌شود و معمولاً با مکان تأسیسات، مانند ماشین‌ها و بخش‌ها، در یک واحد تولیدی مرتبط است (Drira et al.2007). این یک نوع خاص از مشکل مکان‌یابی است که هدف آن به حداقل رساندن مسافت‌های سفر داخلی یا هزینه‌های مرتبط با موقعیت واحدهای سازمانی در داخل یک مرکز است (Laporte et al., 2015). همچنین به‌طور گسترده‌ای در صنعت خدمات برای طراحی طرح‌های چیدمان بلوک استفاده می‌شود زیرا تخصیص خدمات به مکان‌های مناسب را در نظر می‌گیرد (Mishra, 2024). تصمیم‌گیری چند معیاره به تصمیم‌گیری در حضور معیارهای متعدد و معمولاً متناقض اشاره دارد. تصمیم‌گیری فازی در جایی استفاده می‌شود که داده‌های مبهم و ناقص برای حل وجود داشته باشد. تصمیم‌گیری چند معیاره فازی یکی از رایج‌ترین روش‌هایی است که محققان در ادبیات برای حل مسائل پیچیده با چندین معیار استفاده می‌کنند (Kahraman et al., 2015).

۳- روش تحقیق

پژوهش حاضر یک چارچوب ترکیبی با استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ارائه می‌دهد. باتوجه به مراحل انجام پژوهش در شکل **۱** ابتدا با مرور مقالات و مصاحبه با خبرگان، ۲۲ شاخص کلیدی در ابعاد مختلف بخش اورژانس شناسایی شدند. پس از توزیع پرسشنامه دلفی فازی و انجام یک مرحله نظرسنجی، هفت شاخص نهایی شامل طول اقامت، زمان انتظار، نرخ پذیرش، میزان ازدحام، میزان حضور مجدد، زمان تا ارزیابی اولیه و رضایت بیماران تأیید شدند. سپس، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، شاخص‌های انتخاب‌شده وزن دهی شدند و دو چیدمان بهینه با کمک الگوریتم‌های آلدپ و کرفت طراحی گردید.

در پایان، برای ارزیابی و رتبه‌بندی چیدمان‌ها، از روش شباهت به راه‌حل ایدئال فازی استفاده شد.



شکل ۱. مراحل انجام پژوهش.

Figure 1. Research steps.

۳-۱- روش دلفی فازی

روش دلفی اولین بار توسط دالکی و هلمر در سال ۱۹۶۳ معرفی شد. این روش یک تکنیک پیمایشی است که بر اساس نظرات متخصصان عمل می‌کند و سه ویژگی پاسخ‌دهی ناشناس، تکرار با بازخورد کنترل‌شده و دستیابی به پاسخ گروهی به‌صورت آماری را دارد. در پژوهش حاضر از روش دلفی فازی برای تأیید و غربالگری شاخص‌های شناسایی‌شده استفاده شده است. مراحل این روش به شرح زیر است (Mousavi et al., 2015):

۱) شناسایی شاخص‌های پژوهش با مرور مبانی نظری.

۲) جمع‌آوری نظرات خبرگان: یک گروه تصمیم‌گیری شامل خبرگان مرتبط با موضوع تشکیل می‌شود. سپس پرسش‌نامه‌ها به این گروه ارسال می‌شود تا مرتبط بودن شاخص‌های شناسایی‌شده با موضوع اصلی پژوهش ارزیابی و غربالگری شود. برای ارزیابی اهمیت هر شاخص، از متغیرهای زبانی جدول **۱** استفاده می‌شود و در پژوهش حاضر از اعداد فازی مثلثی برای تحلیل داده‌ها استفاده شده است.

۳) تأیید و غربالگری شاخص‌ها: این مرحله شامل مقایسه ارزش اکتسابی هر شاخص با مقدار آستانه‌ای به نام S است.

مقدار آستانه به‌صورت ذهنی توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌شود و تأثیر مستقیم بر تعداد عواملی که غربال می‌شوند دارد.

جدول ۱. عبارات زبانی و اعداد دلفی فازی

Table 1. Linguistic expressions and fuzzy Delphi numbers

عبارات زبانی	اعداد فازی مثلثی
خیلی کم	(۰، ۰، ۰/۲۵)
کم	(۰، ۰/۲۵، ۰/۵)
متوسط	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
زیاد	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)
خیلی زیاد	(۰/۷۵، ۱، ۱)

در این پژوهش مقدار آستانه ۰/۷ در نظر گرفته شده است. عدد فازی τ برای هر شاخص از طریق روابط ۱ تا ۴ محاسبه می‌شود (Seyfoddin et al., 2016). رابطه ۱ یک عدد فازی را تعریف می‌کند که شامل سه مقدار است: حداقل، محتمل‌ترین و حداکثر. این مقادیر برای هر شاخص و معیار مشخص می‌شود. رابطه ۲ میانگین مقادیر حداقل را برای هر معیار محاسبه می‌کنند. این کار با جمع‌زدن مقادیر حداقل و تقسیم بر تعداد شاخص‌ها انجام می‌شود. رابطه ۳ میانگین مقادیر محتمل‌ترین را برای هر معیار محاسبه می‌کنند. این کار با جمع‌زدن مقادیر محتمل‌ترین و تقسیم بر تعداد شاخص‌ها انجام می‌شود. رابطه ۴ میانگین مقادیر حداکثر را برای هر معیار محاسبه می‌کنند. این کار با جمع‌زدن مقادیر حداکثر و تقسیم بر تعداد شاخص‌ها انجام می‌شود.

$$\tilde{\tau}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}), \quad i = 1,2,\dots,n \quad j = 1,2,\dots,m \tag{۱}$$

$$a_j = \sum \frac{a_{ij}}{n} \tag{۲}$$

$$b_j = \sum \frac{b_{ij}}{n} \tag{۳}$$

$$c_j = \sum \frac{c_{ij}}{n} \tag{۴}$$

در روابط بالا اندیس i به فرد خبره و اندیس j به شاخص تصمیم‌گیری اشاره دارد. همچنین مقدار فازی زدایی شده میانگین عدد فازی از رابطه ۵ به دست می‌آید (Rahdari & Nasr, 2017).

$$\text{مقدارفازیزدایی} = \frac{a+b+c}{3} \tag{۵}$$

۴- مرحله اجماع دلفی فازی: در این مرحله، اگر اختلاف میانگین دو دور متوالی از اجرای دلفی فازی کمتر از ۰/۱ باشد، فرآیند دلفی فازی پایان می‌یابد (Cheng & Lin, 2002).

۳-۲- روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی

در پژوهش حاضر، از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی در یک محیط فازی استفاده شده است. پس از شناسایی مهم‌ترین شاخص‌های مرتبط با موضوع تحقیق، هر یک از شاخص‌ها رتبه‌بندی می‌شوند. در مقابل، استفاده از مجموعه‌های فازی با توضیحات زبانی و گاهی اوقات مبهم انسانی هم‌خوانی بیشتری دارد. مراحل پیاده‌سازی فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی به شرح زیر است:

۱) در ابتدا، نظرات خبرگان در قالب فازی جمع‌آوری می‌شود.

۲) میانگین امتیاز فازی برای نظرات هر خبره محاسبه می‌شود.

۳) میانگین فازی کلی نظرات خبرگان محاسبه می‌شود.

برای محاسبه میانگین نظرات n پاسخ‌دهنده، مطابق با رابطه ۶ میانگین فازی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{میانگین فازی} = \left[\frac{l_1 + l_2 + \ldots + l_n}{n}, \frac{m_1 + m_2 + \ldots m_n}{n}, \frac{u_1 + u_2 + \ldots + u_n}{n}\right] \quad (۶)$$

۴) در روابط ۷ تا ۹، از روش‌های میانگین‌گیری برای فازی‌زدایی استفاده شده است. سپس در رابطه ۱۰، عدد نهایی Z^* با انتخاب بیشینه‌ی مقادیر حاصل از این روش‌ها تعیین می‌شود.

$$x_{\max}^1 = \frac{l + m + u}{3} \quad (۷)$$

$$x_{\max}^2 = \frac{l + 4m + u}{6} \quad (۸)$$

$$x_{\max}^3 = \frac{l + 2m + u}{4} \quad (۹)$$

$$Z^* = \max\{x_{\max}^1, x_{\max}^2, x_{\max}^3\} \quad (۱۰)$$

۳-۳- الگوریتم آلدپ

آلدپ، یک الگوریتم کیفی و مولد است که توسط اونز و سیهوف[1] توسعه یافت. این الگوریتم به‌طور غیرمستقیم به‌عنوان یک برنامه بهینه‌سازی قابل‌استفاده است. آلدپ توانایی بررسی چندین جانمایی مختلف را دارد و بهره‌گیری از اعداد تصادفی در این الگوریتم یکی از مزایای آن محسوب می‌شود. همچنین، این الگوریتم امکان ایجاد، معرفی و ارزیابی مکان‌های مختلف را فراهم می‌آورد. مراحل الگوریتم آلدپ به شرح زیر است:

۱) انتخاب تصادفی بخش اول.

۲) بررسی جدول رابطه فعالیت.

۳) چیدمان بخش‌ها: بخش اول که به‌صورت تصادفی انتخاب شده است، در گوشه سمت چپ بالا (گوشه شمال غربی) قرار می‌گیرد. بر اساس عرض نوارهای تعریف‌شده در مرحله ورود داده‌ها، بخش اول به‌صورت زیگزاگ در بخش شمال غربی چیده می‌شود. اگر تمام بخش در یک نوار جا نگیرد، نوار بعدی از سمت راست نوار قبلی و از پایین به بالا کشیده می‌شود. این فرآیند ادامه پیدا می‌کند تا همه بخش‌ها چیده شوند. این روش برای هر بخش جدید اعمال می‌شود و چیدمان از جایی که بخش قبلی پایان‌یافته، ادامه می‌یابد تا همه بخش‌ها مرتب شوند. شکل **۲** خلاصه‌ای از فرآیند چینش یک جانمایی طبق الگوریتم آلدپ را نشان می‌دهد.

۴) محاسبه امتیاز طرح: پس از تعیین مکان بخش‌ها، امتیاز طرح به شرح زیر محاسبه می‌شود:

بخش‌های مجاور شناسایی می‌شوند و امتیاز هر طرح بر اساس درجه مجاورت طبق جدول **۲** به مجموع امتیاز طرح اضافه می‌شود.

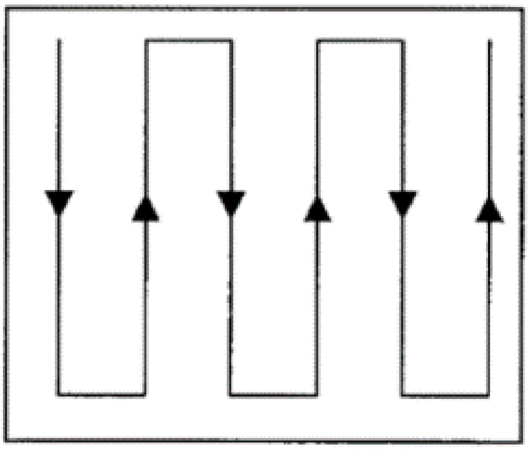
۵) نمایش طرح‌های قابل قبول: از بین طرح‌های ایجادشده، فقط طرح‌هایی که امتیازشان کمتر از حداقل امتیاز قابل قبول نباشد، نمایش داده می‌شوند.

۶) انتخاب طرح با بالاترین امتیاز: پس‌ازاین مرحله، الگوریتم آلدپ بالاترین امتیاز طرح‌های نمایش داده‌شده را به‌عنوان حداقل امتیاز قابل قبول برای دور بعدی مشخص می‌کند. فرآیند تولید طرح‌ها ادامه می‌یابد تا زمانی که طرحی با امتیاز برابر یا بیشتر از حداقل امتیاز قابل قبول، باقی نماند. (Bozer et al., 1994)

برای پیاده‌سازی الگوریتم آلدپ، داشتن جدول رابطه فعالیت‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است، چراکه این جدول به برقراری روابط کیفی بین بخش‌های مختلف اورژانس کمک می‌کند. به دلیل پیچیدگی این امر و کمبود داده‌های موجود، بهره‌گیری از نظرات خبرگان جهت دستیابی به داده‌های موردنیاز ضروری است. داده‌ها از طریق پرسش‌نامه‌ای جمع‌آوری شدند که به خبرگان

[1] Seehoff & Owens

ارائه شد. طبق جدول ۳، از حروف لاتین A، E، I، O، U، X استفاده می‌شود که هرکدام نشان‌دهنده نوعی رابطه کیفی بین بخش‌های مختلف است.



شکل ۲. نحوه جانمایی یک بخش در الگوریتم آلدپ (Bozer et al., 1994).

Figure 2. How to place a section in the Aldap algorithm (Bozer et al., 1994).

جدول ۲. امتیازهای نوع مجاورت در الگوریتم آلدپ

Table 2. Proximity type scores in the ALDP algorithm

A	E	I	O	U	X
۶۴	۱۶	۴	۱	۰	-۱۰۲۴

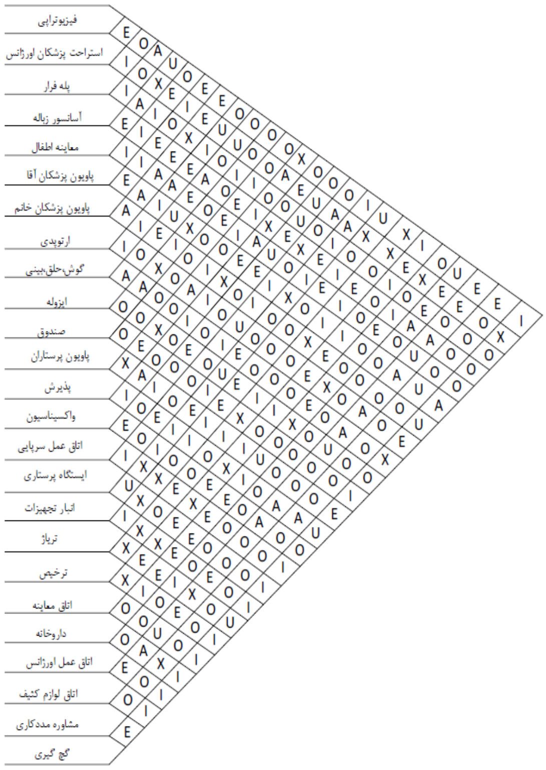
جدول (۳): تبدیل انواع مجاورت‌ها برای پرسش‌نامه

A	E	I	O	U	X
اجباری	بسیار بااهمیت	بااهمیت	معمولی	بی‌اهمیت	ممنوع
۶۴	۱۶	۴	۱	۰	-۱۰۲۴

FROM \ TO	فیزیوتراپی	استراحت پزشکان اورژانس	پله فرار	آسانسور زباله	مهاینه اطفال	پاویون پزشکان آقا	پاویون پزشکان خانم	ارتوپدی	گوش/حلق/بینی	ایزوله	صندوق	پاویون پرستاران	پذیرش	واکسیناسیون	اتاق عمل سرپایی	ایستگاه پرستاری	انبار تجهیزات	ترياژ	ترخیص	اتاق معاینه	داروخانه	اتاق عمل اورژانس	اتاق لوازم کثیف	مشاوره مددکاری	گچ گیری
فیزیوتراپی		۲۲	۰/۳	۵۰	۶۸	۰/۳	۲۱/۳	۲۱/۳	۰/۶	۰/۶	۰/۳	۰/۳	-۳۴۱	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۲	۸۵	-۳۴۱/۳	۵/۳	۰/۳	۸۷	۲۱	۲۹	۳
استراحت پزشکان اورژانس			۳	۰/۳	-۳۴۱/۳	۲۱/۳	۵/۶	۱۴	۷۷	۸۷	۰/۶	۰/۳	۵۸	۲۱	۷۳	۳۵	۳۶	-۳۴۱	-۳۴۱	۲۴	-۳۴۰/۶	۲۲	۲۶	۱	-۳۴۰
پله فرار				۳	۵۶	۲/۶	۱/۶	-۳۴۰	۲/۶	۱/۶	۲	۲/۶	۱/۶	۱	۶۸	۱/۶	۲	۱/۶	۱/۶	۳	۱/۶	۲۲	۰/۳	۰/۶	۲
آسانسور زباله					۲۳	۲/۶	۲۲/۶	۲۵	۱۱	۵۲	۰/۶	۲۱/۶	۵/۶	-۳۴۱	۲۱	-۳۲۰	۲۱/۶	۵/۶	۲۷	۱/۶	۵/۶	۴۷		۰/۶	۱
مهاینه اطفال						۶	۲	۳۳	۵۲	۲۲	۰/۶	۲۲	۵/۶	۴۳	۷۴	۱	۵/۶	۲۱/۶	۵/۳	۰/۶	۲۲	۰/۶	۷۵	۰/۶	۱
پاویون پزشکان آقا							۲۱/۶	۳۶/۶	۲/۶	۸۶	-۳۴۱	۱/۶	۰/۳	۲۲	۲۵	۵/۶	-۳۴۱	۱/۶	۵/۶	۵/۳	۰/۳	۱	۵۵	۸۵	۵۵
پاویون پزشکان خانم								۵۲	۲	۲۰	۵/۶	۱/۶	۲	-۳۴۱	۱	۲	۱/۶	۱	-۳۴۱	۲۱/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۳	۱	۶۶
ارتوپدی									۲	۱	-۳۴۱	۰/۶	۶۰	۵/۶	۰/۳	۸۹	۱	۰/۶	۰/۳	۱۴	-۳۴۱	۱		۰/۶	۲۹
گوش/حلق/بینی										۳۴	۵۸	۰/۶	۰/۳	۲	۰/۶	۵/۶	۲۲	۱/۶	۱/۳	۱/۳	۲۱/۶	۱	۵۳	۰/۶	-۳۴۱
ایزوله											۱/۶	۱/۶	-۳۴۱	۰/۶	۲۱	۰/۶	۸۳	۲۵	۶	۲	-۲۰۴	۰/۶	۶۹	۱/۶	۱
صندوق												۱/۶	۲۱/۶	۰/۶	۰/۳	۰/۳	۳	۲۱/۶	-۳۲۰	۰/۳	۰/۳	۰/۶	۰/۳	۱/۶	۴
پاویون پرستاران													-۳۴۱	۶۵	۵/۳	۰/۹	۲۱/۶	۳	۵/۶	۶	۷۸	۰/۶	۰/۳	۱	۲۶
پذیرش														۵/۶	۰/۶	۲۲	۵/۳	۵/۶	۱/۳	-۳۴۱	۵/۳	۱	۵۴	۵۳	۷۱
واکسیناسیون															۲۱/۶	۰/۳	۲	۱	۰/۶	۲۱/۳	۲۱/۶	۰/۶	۵۲	۰/۶	۱
اتاق عمل سرپایی																۶	-۳۴۰/۶	-۳۴۱	۲۲	-۳۴۰	۲۷	۰/۶	۰/۳	۰/۶	۴
ایستگاه پرستاری																	۸۵	-۳۴۱	۱/۶	۲۱/۶	۲۶	۰/۶	۰/۵	۰/۶	۲
انبار تجهیزات																		۵/۶	-۳۴۱	-۳۴۱	۲۱/۶	۱	۲۰	۱	۸
ترياژ																			-۳۴۱/۳	۲۲	۲۱	۲	-۳۴۰	۰/۶	۶۷
ترخیص																				-۳۴۱/۳	۵/۶	۰/۶	۲۶	۱	۲
اتاق معاینه																					۰/۳	۱/۶	۶۶	۱	۳
داروخانه																						۱/۶	۳۴	-۳۴۰/۶	۴
اتاق عمل اورژانس																							۲۲	۰/۶	۸
اتاق لوازم کثیف																								۱	۷
مشاوره مددکاری																									۲۸
گچ گیری																									

شکل ۳. میانگین حسابی امتیازهای مجاورت پرسش‌نامه‌ها (پژوهشگر).

Figure 3. Arithmetic mean of proximity scores of questionnaires (researcher).



شکل ۴. رابطه فعالیت‌های نهایی حاصل از پرسشنامه‌ها (پژوهشگر).

Figure 4. Relationship between final activities resulting from questionnaires (researcher).

پرسش‌نامه‌ها به پنج نفر از کارشناسان با تخصص‌های مختلف در بخش اورژانس داده شد. یکی از آن‌ها، پرسش‌نامه دلفی فازی بود و دیگری پرسش‌نامه انواع مجاورت‌ها برای بخش‌های اورژانس بود. پاسخ‌ها به امتیازهایی برای ورودی الگوریتم آلدپ تبدیل شدند. سپس این امتیازها با استفاده از میانگین حسابی محاسبه شدند تا برایندی از نظرات کارشناسان به دست آید. میانگین حسابی به دلیل اثر کمتر اعداد صفر در این محاسبه انتخاب شد، زیرا میانگین هندسی به دلیل اثر زیاد صفرها، گزینه مناسبی نبود. همچنین، برای جلوگیری از تأثیر داده‌های پرت (مانند امتیاز ۱۰۲۴- برای رابطه نوع X)، از روش بازه‌بندی برای خلاصه‌سازی امتیازها استفاده شد. میانگین حسابی امتیازهای مجاورت پرسش‌نامه‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است.

پس از میانگین‌گیری و بازه‌بندی امتیازها، تمامی امتیازها به کدهای مرتبط با الگوریتم آلدپ تبدیل شدند. شکل ۴ رابطه فعالیت‌های نهایی حاصل از پرسش‌نامه‌ها در دیاگرام موتر را نشان می‌دهد. در روش بازه‌بندی، امتیازات به‌صورت زیر تعریف شدند:

۱) اگر امتیاز بین ۳۰ تا ۶۴ باشد، رابطه A در نظر گرفته می‌شود.

۲) اگر امتیاز بین ۱۰ تا ۳۰ باشد، رابطه E تعیین می‌شود.

۳) اگر امتیاز بین ۲ تا ۱۰ باشد، رابطه I لحاظ می‌شود.

۴) اگر امتیاز بین ۰ تا ۲ باشد، رابطه O در نظر گرفته می‌شود.

۵) اگر امتیاز بین ۱۰۰- تا ۰ باشد، رابطه U در نظر گرفته می‌شود.

۶) اگر امتیاز بین ۱۰۲۴- تا ۱۰۰- باشد، رابطه X تعیین می‌شود.

این آستانه‌ها نوع روابط کیفی بین بخش‌های مختلف را در الگوریتم آلدپ مشخص می‌کنند.

۳-۴- الگوریتم تخصیص نسبی کامپیوتری تسهیلات

الگوریتم کرفت که توسط (Armor & Buffa, 1964) توسعه یافت یک روش اکتشافی شناخته شده است که برای بهینه‌سازی طرح‌بندی تسهیلات در محیط‌های تولیدی و خدماتی استفاده می‌شود. هدف اصلی این روش به‌حداقل‌رساندن هزینه‌های مربوط به جابه‌جایی مواد با بهینه‌سازی قراردادن امکانات (بخش‌ها) در یک چیدمان معین است. این امر با ارزیابی و بهبود طرح اولیه از طریق یک سری تبادلات بین جفت بخش‌ها به دست می‌آید. اساس فواصل بین بخش‌ها و مقادیر جریان مربوطه آن‌ها محاسبه می‌کند که حجم مواد یا تعاملات بین آن‌ها را نشان می‌دهد. الگوریتم با یک طرح اولیه شروع می‌شود که می‌تواند از روش‌های مختلفی مشتق شود، ازجمله پیکربندی‌های تعریف‌شده توسط کاربر. این الگوریتم هزینه اولیه را بر کرفت همه جفت بخش‌های امکان‌پذیر را برای مبادله ارزیابی می‌کند و جفتی را انتخاب می‌کند که منجر به کاهش قابل‌توجه هزینه شود. این فرآیند به‌طور مکرر تکرار می‌شود تا زمانی که تمام معاوضه‌های بخش‌ها برای کاهش هزینه تمام شده باشد. ازجمله محدودیت‌های

این الگوریتم وابستگی به طرح اولیه و محدودیت‌های مبادلات است (Nabila, 2022).

۳-۵- روش شباهت به راه‌حل ایده‌آل فازی

روش تاپسیس فازی[1] که توسط هوآنگ و یون در سال ۱۹۸۱ معرفی شد، به‌عنوان یکی از مؤثرترین مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای رتبه‌بندی عوامل شناخته می‌شود. این تکنیک بر این اصل استوار است که گزینه انتخابی باید کمترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد (Sharifisalim & Momeni, 2011). این روش یک ماتریس n*m را با m گزینه و n شاخص ارزیابی می‌کند. گام‌های روش شباهت به راه‌حل ایده‌آل فازی به شرح زیر است:

- **گام اول:** تشکیل ماتریس تصمیم فازی

در این مرحله، ماتریس تصمیم فازی تشکیل می‌شود. فرض کنید n گزینه و m معیار وجود دارد. ماتریس تصمیم فازی $\tilde{D}$ به‌صورت زیر در رابطه ۱۱ تعریف می‌شود:

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1m} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & \dots & \tilde{x}_{nm} \end{bmatrix} \quad (۱۱)$$

که در رابطه ۱۲، $\tilde{x}_{ij}$ یک عدد فازی مثلثی است و نشان‌دهنده عملکرد گزینه i نسبت به معیار j است.

$$\tilde{x}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) \quad (۱۲)$$

- **گام دوم:** نرمال‌سازی ماتریس تصمیم فازی

برای نرمال‌سازی ماتریس تصمیم فازی، از رابطه ۱۳ استفاده می‌شود:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_{ij}}{u_j^+}, \frac{m_{ij}}{u_j^+}, \frac{u_{ij}}{u_j^+}\right) \quad (۱۳)$$

که در آن $u_j^+ = \max(u_{ij})$ برای هر معیار j است.

در رابطه ۱۴، ماتریس نرمال‌شده $\tilde{R}$ به‌صورت زیر است:

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} \tilde{r}_{11} & \tilde{r}_{12} & \dots & \tilde{r}_{1m} \\ \tilde{r}_{21} & \tilde{r}_{22} & \dots & \tilde{r}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{r}_{n1} & \tilde{r}_{n2} & \dots & \tilde{r}_{nm} \end{bmatrix} \quad (۱۴)$$

- **گام سوم:** محاسبه ماتریس وزن‌دار نرمال‌شده

طبق روابط ۱۵ تا ۱۷، ماتریس نرمال‌شده $\tilde{R}$ در وزن‌های معیارها $\tilde{w}_j$ ضرب می‌شود. ماتریس وزن‌دار نرمال‌شده $\tilde{V}$ به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}) \quad (۱۵)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{w}_j = (r_{ij1} \cdot w_{j1}, r_{ij2} \cdot w_{j2}, r_{ij3} \cdot w_{j3}) \quad (۱۶)$$

$$\tilde{V} = \begin{bmatrix} \tilde{v}_{11} & \tilde{v}_{12} & \dots & \tilde{v}_{1m} \\ \tilde{v}_{21} & \tilde{v}_{22} & \dots & \tilde{v}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{v}_{n1} & \tilde{v}_{n2} & \dots & \tilde{v}_{nm} \end{bmatrix} \quad (۱۷)$$

- **گام چهارم:** تعیین راه‌حل ایده‌آل فازی مثبت و منفی

در رابطه ۱۸، راه‌حل ایده‌آل فازی مثبت $\tilde{A}^+$ و راه‌حل ایده‌آل فازی منفی $\tilde{A}^-$ تعریف می‌شوند:

$$\tilde{A}^+ = (\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_m^+) \\ \tilde{A}^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_m^-) \quad (۱۸)$$

که $\tilde{v}_j^+$ و $\tilde{v}_j^-$ طبق رابطه ۱۹ به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\tilde{v}_j^+ = \left(\max(v_{ij1}), \max(v_{ij2}), \max(v_{ij3})\right) \\ \tilde{v}_j^- = \left(\min(v_{ij1}), \min(v_{ij2}), \min(v_{ij3})\right) \quad (۱۹)$$

- **گام پنجم:** محاسبه فاصله هر گزینه از راه‌حل‌های ایده‌آل

در رابطه ۲۰ فاصله هر گزینهi از راه‌حل ایده‌آل مثبت d_i^+ و منفی d_i^- با استفاده از فرمول فاصله اقلیدسی برای اعداد فازی محاسبه می‌شود:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m \left[(v_{ij1} - v_{j1}^+)^2 + (v_{ij2} - v_{j2}^+)^2 + (v_{ij3} - v_{j3}^+)^2\right]} \\ d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m \left[(v_{ij1} - v_{j1}^-)^2 + (v_{ij2} - v_{j2}^-)^2 + (v_{ij3} - v_{j3}^-)^2\right]} \quad (۲۰)$$

- **گام ششم:** محاسبه شباهت نسبی به راه‌حل ایده‌آل

شباهت نسبی هر گزینه i به راه‌حل ایده‌آل C_i به‌صورت رابطه ۲۱ محاسبه می‌شود:

$$C_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (۲۱)$$

مقدار C_i بین ۰ و ۱ است. هرچه C_i به ۱ نزدیک‌تر باشد، گزینه i به راه‌حل ایده‌آل نزدیک‌تر است.

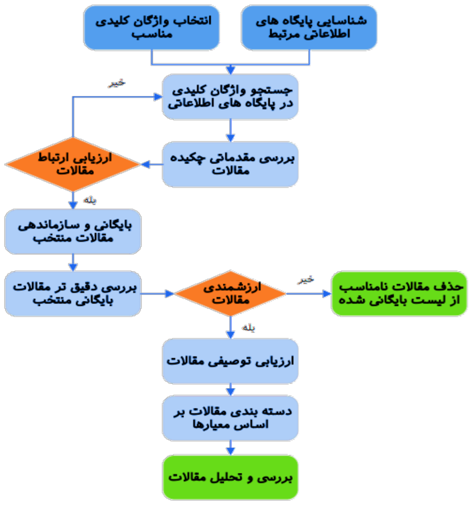
[1] Fuzzy Topsis

- **گام هفتم:** رتبه‌بندی گزینه‌ها

گزینه‌ها بر اساس مقدار C_i به‌صورت نزولی رتبه‌بندی می‌شوند. گزینه‌ای که بیشترین مقدار C_i را داشته باشد، بهترین گزینه است.

۴- پیشینه تحقیق

روش استفاده‌شده در این پژوهش، روش چهارمرحله‌ای پیشنهادی میرینگ است که در شکل ۵ در ارتباط با مرور ادبیات این پژوهش آورده شده است. مرحله اول به جمع‌آوری داده‌ها اختصاص دارد. در این مرحله، با انتخاب مناسب‌ترین کلیدواژه‌ها و تعیین پایگاه‌های جستجوی مرتبط، فرایند مطالعه مقالات آغاز می‌شود. در این پژوهش، مقالات مرتبط با موضوع طراحی چیدمان و تصمیم‌گیری چندمعیاره که بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۴ منتشر شده‌اند، بررسی شده‌اند. در طول فرایند جمع‌آوری داده‌ها، مقالات استخراج‌شده از پایگاه‌های جستجو، با کمک کلیدواژه‌ها مورد ارزیابی اولیه قرارگرفته و با بررسی چکیده مقالات، ارتباط آن‌ها با موضوع پژوهش بررسی می‌شود. مقالات مرتبط برای تحلیل‌های بعدی ذخیره‌سازی می‌شوند. پایگاه‌های جستجوی استفاده‌شده در این پژوهش در جدول ۴ ذکرشده‌اند و در جدول ۵ دسته‌بندی کلیدواژه‌های انتخابی ارائه شده است.



شکل ۵. روش مرور ادبیات.

Figure 5. Literature review method.

جدول ۴. پایگاه‌های جستجو مورد استفاده در این پژوهش

Table 4. Search databases used in this study

عنوان	آدرس الکترونیکی
Google Scholar	https://scholar.google.com/
Lens	https://www.lens.org/
Springer	http://link.springer.com
Scopus	https://www.scopus.com

جدول ۵. دسته‌بندی کلیدواژه‌های مورد استفاده در این پژوهش

Table 5. Classification of keywords used in this research

گروه چهارم	گروه سوم	گروه دوم	گروه اول
Uncertainty	Optimization	Problem	Facility Layout
Robust	Optimizing	Planning	Decision Making
Fuzzy	Optimize	Design	MCDM
			MADM
			Multi Criteria Decision Making
			Healthcare
			Emergency Department

در یک مطالعه موردی در کلینیک دیابت، هدف اصلی شناسایی بخش‌های مختلف کلینیک و ارائه راهکار برای بهبود چیدمان بود. این مطالعه با شناسایی هشت بخش و بررسی معیارهایی مانند هزینه‌های اولیه، هزینه‌های عملیاتی، ظرفیت و سهولت، سه طرح پیشنهادی ارائه داد. فرآیند تصمیم‌گیری در دو مرحله و با مشارکت متخصصان حوزه سلامت انجام شد؛ ابتدا از برنامه‌ریزی سیستماتیک چیدمان برای تولید گزینه‌های طرح استفاده شد و سپس با تکنیک تاپسیس فازی، بر اساس معیارهای وزنده‌ی شده به روش منطق دیجیتال اصلاح‌شده[1]، بهترین طرح انتخاب شد.

نقیم و چو (Nghiem & Chu, 2022) ترکیبی از روش‌های بهترین- بدترین[2] و الکتره فازی را برای انتخاب بهینه چیدمان تسهیلات ناب پیشنهاد کردند. این رویکرد باهدف غلبه بر محدودیت‌های روش‌های سنتی، از اعداد فازی برای نمایش دقیق‌تر رتبه‌بندی عملکرد استفاده می‌کند. همچنین، با ارائه رویکردی که ناسازگاری‌ها را از مقادیر تطابق در روش الکتره کسر می‌کند، ماتریس تصمیم‌گیری کلی ایجاد کرده و فرآیند ارزیابی را بهبود بخشیدند.

قمر و همکاران (Qamar et al., 2020) به‌منظور پاسخگویی به افزایش تقاضا و بهبود استفاده از منابع موجود در کارخانه تولید خودرو، به بازبینی طرح تسهیلات پرداختند. آن‌ها با استفاده از برنامه‌ریزی سیستماتیک چیدمان، پنج گزینه چیدمان جایگزین ارائه دادند که روابط میان بخش‌های کارخانه را مشخص کرده و طرح‌های جدیدی پیشنهاد کردند. این گزینه‌ها با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی بر اساس معیارهایی مانند مجموع مسافت جابه‌جایی مواد، میزان فضای استفاده‌شده و روابط فعالیت، مقایسه و رتبه‌بندی شدند.

ارسلان و همکاران (Eraslan et al., 2020) به ارزیابی چیدمان‌های اداری با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، الکتره و روش جایگشت پرداختند. آن‌ها یک رویکرد سیستماتیک ارائه دادند که شامل تعریف گزینه‌ها، اولویت‌بندی معیارها از طریق مقایسه‌های زوجی، تخمین وزن‌های نسبی، بررسی سازگاری، محاسبه وزن‌های نهایی و ارزیابی روابط میان گزینه‌ها بود. این روش‌ها برای تحلیل داده‌ها، رتبه‌بندی گزینه‌ها و انتخاب بهترین چیدمان‌های اداری بر اساس عواملی مانند رضایت شغلی، محیط فیزیکی و شرایط محیطی به کار گرفته شدند.

ارسلان و همکاران (Eraslan et al., 2020) به ارزیابی چیدمان‌های اداری با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، الکتره و روش جایگشت پرداختند. آن‌ها یک رویکرد سیستماتیک ارائه دادند که شامل تعریف گزینه‌ها، اولویت‌بندی معیارها از طریق مقایسه‌های زوجی، تخمین وزن‌های نسبی، بررسی سازگاری، محاسبه وزن‌های نهایی و ارزیابی روابط میان گزینه‌ها بود. این روش‌ها برای تحلیل داده‌ها، رتبه‌بندی گزینه‌ها و انتخاب بهترین چیدمان‌های اداری بر اساس عواملی مانند رضایت شغلی، محیط فیزیکی و شرایط محیطی به کار گرفته شدند.

وادیول و سکویرا (Vadivel & Sequeira, 2019) مطالعه‌ای را با تمرکز بر بهبود عملکرد صنایع تولیدی از طریق حل مسائل طراحی چیدمان با استفاده از تصمیم‌گیری چندمعیاره ترکیبی انجام دادند. در این مطالعه، از روش‌های طراحی آزمایش[3] و تجزیه‌وتحلیل رابطه خاکستری[4] برای حل مسائل مربوط به طراحی چیدمان استفاده شد.

نویسندگان یک مسئله چندهدفه پیشنهاد کردند و از آن در یک مطالعه موردی برای چیدمان تسهیلات پست هند استفاده کردند تا اثربخشی روش‌های خود را نشان دهند. آن‌ها طرح موجود صنعت پست هند را تجزیه‌وتحلیل کرده، داده‌های کمی و کیفی جمع‌آوری کردند و از روش GRA-DOEبرای شناسایی بهترین چیدمان تسهیلات از میان هشت گزینه مختلف بهره بردند. هدف این مطالعه ساده‌سازی گردش کار، کاهش هزینه‌های جابه‌جایی مواد و بهبود عملکرد عملیاتی از طریق تغییر چیدمان تسهیلات و ارزیابی آن‌ها با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند ویژگی بود.

(Arunyanart & Pruekthaisong, 2018) بر حل مشکل یافتن طرح چیدمان بهینه کارخانه با ادغام روش‌های تصمیم‌گیری مبتنی بر فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و تحلیل پوششی داده‌ها[5] تمرکز کردند. هدف این مطالعه

[1] MDL (Modified Digital Logic)
[2] BWM (Best-Worst Multi-criteria decision-making)
[3] DOE (Design of Experiment)
[4] GRA (Grey Relational Analysis)
[5] DEA (Data Envelopment Analysis)

بهبود چیدمان کارخانه‌های موجود از طریق استفاده از برنامه‌ریزی سیستماتیک چیدمان برای تولید طرح‌های جدید و کارآمد بود. همچنین، آن‌ها این روش‌ها را در یک مطالعه موردی برای یک کارخانه تولید قطعات ماشین‌کاری اعمال کردند و اثربخشی رویکرد پیشنهادی را در انتخاب بهترین طرح چیدمان کارخانه نشان دادند.

تایال و سینگ (Tayall & Singh, 2017) از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها برای شناسایی چیدمان‌های کارآمد و رتبه‌بندی چیدمان‌های مختلف به‌دست‌آمده از تحلیل پوششی داده‌ها با استفاده از تکنیک اولویت بر اساس شباهت به راه‌حل ایده‌آل[1] برای حل مسئله چیدمان تسهیلات پویای تصادفی چندهدفه ([2]MO-SDFLP) استفاده کردند و برای حل آن از روش SA[3] با درنظرگرفتن جنبه‌های کمی و کیفی بهره بردند. رویکرد-TOPSIS-DEA SA نشان داد که چگونه می‌توان جایگزین‌های طراحی را ارزیابی کرده و چیدمان‌ها را بر اساس معیارهای مختلف رتبه‌بندی کرد.

بسبس و همکاران (Besbes et al., 2017) به ارزیابی و انتخاب طرح کارگاه جدید از میان مجموعه‌ای از گزینه‌ها برای پاسخگویی به تغییرات تقاضا پرداختند. آن‌ها یک رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره پیشنهاد کردند که ترکیبی از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و تکنیک اولویت بر اساس شباهت به راه‌حل ایده‌آل بود تا به تصمیم‌گیرندگان در فرآیند انتخاب کمک کند. در این رویکرد، از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی برای تعیین وزن معیارهای انتخاب‌شده و انجام مقایسات زوجی با همکاری خبرگان استفاده شد. سپس، رتبه‌بندی نهایی با استفاده از تکنیک بر اساس سطوح عملکرد به دست آمد. هدف این روش شناسایی مناسب‌ترین پیکربندی بود که با معیارهای انتخاب‌شده هم‌راستا باشد. این رویکرد در یک مطالعه موردی برای چیدمان مجدد طرح در یک فروشگاه مونتاژ به کار گرفته شد.

باکودیو و همکاران (Bacudio et al., 2016) از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی برای انتخاب بهینه چیدمان استفاده کردند. این مطالعه بر اهمیت انتخاب طرح چیدمان مناسب در یک شرکت تولیدکننده چاقو برای افزایش بهره‌وری، کاهش عملیات بدون ارزش‌افزوده و ساده‌سازی جریان مواد تمرکز داشت. این مطالعه فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی را به‌عنوان روشی معرفی کرد که معیارهای کمی و کیفی را در ساختارهای تصمیم‌گیری ادغام می‌کند و نشان داد که چگونه این روش به محدودیت‌های فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی سنتی در مقابله با قضاوت‌های ذهنی پرداخته و از اعداد فازی برای نشان‌دادن ابهام در قضاوت‌ها استفاده می‌کند. علاوه بر این، نویسندگان با استفاده از معیارهایی مانند بهره‌وری، سرمایه‌گذاری اولیه، انعطاف‌پذیری و سهولت نگهداری، یک ماتریس مقایسه زوجی فازی ایجاد کرده و سپس وزن‌های اولویت این معیارها را محاسبه کرده و گزینه‌های مختلف چیدمان را بر اساس عوامل کمی و کیفی ارزیابی کردند. با بررسی ادبیات مقالات علمی و نظرخواهی از خبرگان، شاخص‌های ضروری بخش اورژانس برای طراحی چیدمان شناسایی و در پنج بعد زمان، کیفیت، ایمنی، منابع و تجهیزات و رضایت دسته‌بندی شدند. شاخص‌ها به همراه تعریف و منابع مربوط به آن‌ها در جدول **۶** نمایش داده شده است. جدول **۷** خلاصه‌ای از پژوهش‌های پیشین درارتباط با موضوع پژوهش ارائه شده است.

۵- تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

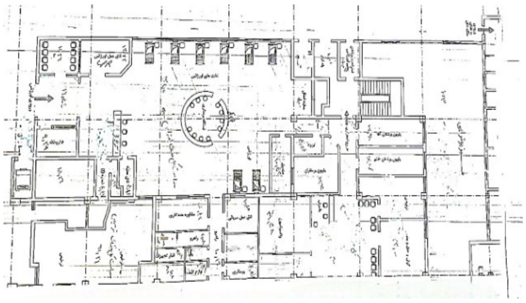
در پژوهش حاضر جهت جمع‌آوری و غربالگری شاخص‌ها از پرسش‌نامه دلفی فازی استفاده شده است. این پرسش‌نامه بر اساس طیف لیکرت پنج‌تایی است. جامعه آماری پژوهش حاضر عبارت است از سرپرستار، پرستاران بخش اورژانس و کارشناسان واحد بهبود کیفیت بیمارستان خاتم‌الانبیا تهران که دارای حداقل مدرک کارشناسی و حداقل ۵ سال سابقه کاری مرتبط هستند و همچنین با مباحث طرح‌ریزی و چیدمان مراکز درمانی آشنایی دارند. شکل **۶** طرح اولیه بخش اورژانس بیمارستان را نشان می‌دهد.

۵-۱- نتایج روش دلفی فازی

در این بخش ابتدا پرسش‌نامه‌ای در قالب طیف لیکرت پنج‌تایی شامل ۲۲ شاخص، در اختیار خبرگان قرار گرفت. سپس از آن‌ها خواسته شد تا در قالب متغیرهای کلامی موجود در پرسشنامه، نظر خود را در مورد هر یک از

[1] Topsis
[2] Multi Objective
[3] SA(Simulated Annealing)

شاخص‌ها بیان کنند. در این پژوهش عدد آستانه ۰/۷ در نظر گرفته می‌شود که نتایج در جدول **۸** آورده شده است.



شکل ۶. طرح اولیه اورژانس بیمارستان خاتم‌الانبیای تهران.

Figure 6. Preliminary plan of the emergency room of Khatam al-Anbia Hospital in Tehran.

۵-۲- نتایج روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی

در این بخش با کمک برنامه Fuzzy AHP Solver، همان‌طور که در جدول‌های **۹** تا **۱۴** آمده است، مقایسات زوجی بعدها (گزینه‌ها)، مقایسات زوجی شاخص‌ها برحسب بعدهای زمان، کیفیت، ایمنی، تجهیزات و رضایت انجام شد و نتایج آن در جدول‌های آمده است. در این برنامه ابتدا با وارد کردن تعداد شاخص‌ها و بعدها و نام‌گذاری آن‌ها، ماتریسی برای مقایسات زوجی ایجاد می‌کنیم. درنهایت وزن شاخص‌ها در جدول **۱۵**با توجه به مقایسات زوجی به دست می‌آید. جدول‌های **۱۷** و **۱۸** رنگ بخش‌های رسم شده در چیدمان را نشان می‌دهد. شکل‌های **۷** و **۸** چیدمان‌های طراحی شده به کمک الگوریتم های آلدپ و کرفت را نشان می‌دهد.

جدول ۶. شاخص‌های شناسایی شده

Table 6. Identified indicators

ردیف	دسته‌بندی	شاخص
۱	زمان	طول اقامت
۲		زمان انتظار
۳		زمان تا ارزیابی اولیه
۴	کیفیت	درصد بیماران تعیین تکلیف شده ظرف مدت ۶ ساعت
۵		درصد بیماران خارج‌شده از اورژانس ظرف مدت ۱۲ ساعت
۶		ویزیت مجدد در اورژانس ظرف ۳ روز
۷		ارائه فوری خدمات
۸		میزان حضور مجدد
۹		نرخ پذیرش
۱۰		درصد پاسخگویی به شکایات بیماران
۱۱		دسترسی آسان و سهولت دریافت خدمات برای بیماران
۱۲		نسبت بیمارانی که پس از ترخیص نیاز به مراجعه مجدد نداشته‌اند
۱۳	ایمنی	میزان ازدحام
۱۴		میزان مرگ‌ومیر در اورژانس
۱۵		نسبت حوادث ناشی از خطاهای پزشکی
۱۶		درصد بیمارانی که دچار عفونت‌های بیمارستانی شده‌اند
۱۷		نسبت موارد نقض حریم خصوصی بیماران
۱۸	منابع و تجهیزات	نسبت تجهیزات پزشکی مدرن در اورژانس
۱۹		نسبت تجهیزاتی که نیاز به تعمیر یا تعویض دارند
۲۰		نسبت بیمارانی که به خدمات تخصصی دسترسی داشته‌اند
۲۱	رضایت	رضایت بیماران
۲۲		ارتباط مطلوب کادر درمان و بیمار

جدول ۷. خلاصه و بررسی پیشینه پژوهش

Table 7. Summary and review of research background

	نویسندگان	سال	شاخص‌ها						روش ارزیابی																					کاربرد
									هدف		MADM							برنامه‌ریزی ریاضی					رویکرد حل							
			زمان	کیفیت	ایمنی	تجهیزات	رضایت	سایر	تک‌هدفه	چندهدفه	DOE	BWM	ELECTRE	TOPSIS	SAW	ANP	AHP	خطی	غیرخطی	DEA	فازی	غیرفازی	دقیق IP	GT	تقریبی DP	GA	SA	TS		
۱	باکودیو و همکاران	۲۰۱۶						✔									✔		✔		✔								✔	تولید
۲	بسبس و همکاران	۲۰۱۷					✔							✔			✔					✔							✔	تولید
۳	تایال و سینگ	۲۰۱۷								✔				✔						✔		✔					✔			تولید
۴	آرونیانارت و پروکتایسونگ	۲۰۱۸	✔		✔												✔			✔		✔							✔	کارخانه
۵	وادیول و سکویرا	۲۰۱۹						✔		✔	✔											✔							✔	خدمات
۶	ارسلان و همکاران	۲۰۲۰					✔						✔				✔					✔							✔	تولید
۷	قمر و همکاران	۲۰۲۰						✔									✔					✔							✔	تولید
۸	نقیم و چو	۲۰۲۲		✔			✔					✔	✔								✔								✔	تولید
۹	میشرا	۲۰۲۴						✔						✔							✔								✔	سلامت
۱۰	پژوهش حاضر		✔	✔	✔	✔	✔							✔			✔				✔								✔	سلامت

جدول ۸. نتایج دلفی فازی

Table 8. Fuzzy Delphi results

ردیف	بعد	نام شاخص	امتیاز فازی			امتیاز قطعی	وضعیت
۱	زمان	طول اقامت	۰/۵۷۵	۰/۸۲۵	۰/۹۷۵	۰/۷۹۲	تأیید
۲		زمان انتظار	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۵۰	۰/۷۶۷	تأیید
۳		زمان تا ارزیابی اولیه	۰/۵۵۰	۰/۸۰۰	۰/۹۵۰	۰/۷۶۷	تأیید
۴	کیفیت	درصد بیماران تعیین تکلیف شده ظرف مدت ۶ ساعت	۰/۱۰۰	۰/۲۵۰	۰/۵۰۰	۰/۲۸۳	رد
۵		درصد بیماران خارج شده از اورژانس رف مدت ۱۲ ساعت	۰/۱۰۰	۰/۲۲۵	۰/۴۵۰	۰/۲۵۸	رد
۶		ویزیت مجدد در اورژانس ظرف ۳ روز	۰/۰۵۰	۰/۲۰۰	۰/۴۵۰	۰/۲۳۳	رد
۷		ارائه فوری خدمات	۰/۲۲۵	۰/۴۲۵	۰/۶۷۵	۰/۴۴۲	رد
۸		میزان حضور مجدد	۰/۶۲۵	۰/۸۷۵	۱/۰۰۰	۰/۸۳۳	تأیید
۹		نرخ پذیرش	۰/۶۵۰	۰/۹۰۰	۱/۰۰۰	۰/۸۵۰	تأیید
۱۰		درصد پاسخگویی به شکایات بیماران	۰/۰۲۵	۰/۰۷۵	۰/۳۲۵	۰/۱۴۲	رد
۱۱		دسترسی آسان و سهولت دریافت خدمات برای بیماران	۰/۰۵۰	۰/۲۷۵	۰/۵۲۵	۰/۲۸۳	رد
۱۲		نسبت بیمارانی که پس از ترخیص نیاز به مراجعه مجدد نداشته‌اند	۰/۰۵۰	۰/۲۰۰	۰/۴۵۰	۰/۲۳۳	رد
۱۳	ایمنی	میزان ازدحام	۰/۶۵۰	۰/۹۰۰	۱/۰۰۰	۰/۸۵۰	تأیید
۱۴		میزان مرگ‌ومیر در اورژانس	۰/۲۰۰	۰/۳۷۵	۰/۶۲۵	۰/۴۰۰	رد
۱۵		نسبت حوادث ناشی از خطاهای پزشکی	۰/۱۰۰	۰/۳۲۵	۰/۵۷۵	۰/۳۳۳	رد
۱۶		درصد بیمارانی که دچار عفونت‌های بیمارستانی شده‌اند	۰/۱۷۵	۰/۳۷۵	۰/۶۲۵	۰/۳۹۲	رد
۱۷		نسبت موارد نقض حریم خصوصی بیماران	۰/۱۲۵	۰/۳۰۰	۰/۵۵۰	۰/۳۲۵	رد
۱۸	منابع و تجهیزات	نسبت تجهیزات پزشکی مدرن در اورژانس	۰/۰۵۰	۰/۲۲۵	۰/۴۷۵	۰/۲۵۰	رد
۱۹		نسبت تجهیزاتی که نیاز به تعمیر یا تعویض دارند	۰/۰۷۵	۰/۱۷۵	۰/۴۲۵	۰/۲۲۵	رد
۲۰		نسبت بیمارانی که به خدمات تخصصی دسترسی داشته‌اند	۰/۱۲۵	۰/۲۵۰	۰/۵۰۰	۰/۲۹۲	رد
۲۱	رضایت	رضایت بیماران	۰/۷۵۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۹۱۷	تأیید
۲۲		ارتباط مطلوب کادر درمان و بیمار	۰/۲۵۰	۰/۵۰۰	۰/۷۲۵	۰/۴۹۲	رد

جدول ۹. ماتریس مقایسه زوجی بعدها

Table 9. Later pairwise comparison matrix

مقایسه بعدها	رضایت	تجهیزات	ایمنی	کیفیت	زمان
زمان	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۹)	(۱،۱،۱)
کیفیت	(۵،۷،۹)	(۱،۱،۱)	(۱،۳،۵)	(۱،۱،۱)	(۷،۹،۱۱)
ایمنی	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)	(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)	(۱، ۰/۳۳، ۰/۲)	(۳،۵،۷)
تجهیزات	(۱۱، ۹، ۷)	(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)	(۵،۷،۹)
رضایت	(۱،۱،۱)	(۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۹)	(۵،۷،۹)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)	(۳،۵،۷)

جدول ۱۰. مقایسه زوجی شاخص‌ها بر حسب بعد زمان

Table 10. Pairwise comparison of indicators according to the time dimension

زمان	رضایت بیماران	میزان ازدحام	نرخ پذیرش	میزان حضور مجدد	زمان ارزیابی اولیه	زمان انتظار	طول اقامت
طول اقامت	(۷، ۵، ۳)	(۷، ۵، ۳)	(۹، ۷، ۵)	(۹، ۷، ۵)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۹)	(۱، ۱، ۱)
زمان انتظار	(۱۱، ۹، ۷)	(۹، ۷، ۵)	(۱۱، ۹، ۷)	(۷، ۵، ۳)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۱۱، ۹، ۷)
زمان ارزیابی اولیه	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۷، ۵، ۳)	(۱، ۱، ۱)	(۹، ۷، ۵)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)
میزان حضور مجدد	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)
نرخ پذیرش	(۷، ۵، ۳)	(۷، ۵، ۳)	(۱، ۱، ۱)	(۷، ۵، ۳)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۹)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)
میزان ازدحام	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)
رضایت بیماران	(۱، ۱، ۱)	(۷، ۵، ۳)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۹، ۷، ۵)	(۷، ۵، ۳)	(۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۹)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)

جدول ۱۱. مقایسه زوجی شاخص‌ها بر حسب بعد کیفیت

Table 11. Pairwise comparison of indicators according to quality dimension

کیفیت	رضایت بیماران	میزان ازدحام	نرخ پذیرش	میزان حضور مجدد	زمان ارزیابی اولیه	زمان انتظار	طول اقامت
طول اقامت	(۷، ۵، ۳)	(۱۱، ۹، ۷)	(۹، ۷، ۵)	(۹، ۷، ۵)	(۹، ۷، ۵)	(۷، ۵، ۳)	(۱، ۱، ۱)
زمان انتظار	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۰/۳۳، ۰/۲)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)
زمان ارزیابی اولیه	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۵، ۳، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۵، ۳، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)
میزان حضور مجدد	(۵، ۳، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۷، ۵، ۳)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۰/۳۳، ۰/۲)	(۵، ۳، ۱)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)
نرخ پذیرش	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)
میزان ازدحام	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۱، ۱، ۱)	(۹، ۷، ۵)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۰/۳۳، ۰/۲)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۹)
رضایت بیماران	(۱، ۱، ۱)	(۷، ۵، ۳)	(۹، ۷، ۵)	(۱، ۰/۳۳، ۰/۲)	(۷، ۵، ۳)	(۹، ۷، ۵)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)

جدول ۱۲. مقایسه زوجی شاخص‌ها بر حسب بعد ایمنی

Table 12. Pairwise comparison of indicators according to the safety dimension

ایمنی	رضایت بیماران	میزان ازدحام	نرخ پذیرش	میزان حضور مجدد	زمان ارزیابی اولیه	زمان انتظار	طول اقامت
طول اقامت	(۱، ۱، ۱)	(۷، ۵، ۳)	(۵)	(۷، ۵، ۳)	(۹، ۷، ۵)	(۷، ۵، ۳)	(۱، ۱، ۱)
زمان انتظار	(۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۹)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۰/۳۳، ۰/۲)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)
زمان ارزیابی اولیه	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)	(۵، ۳، ۱)	(۷، ۵، ۳)	(۱، ۱، ۱)	(۷، ۵، ۳)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)
میزان حضور مجدد	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۷، ۵، ۳)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۵، ۳، ۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)
نرخ پذیرش	(۱، ۰/۳۳، ۰/۲)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۱، ۰/۳۳، ۰/۲)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)
میزان ازدحام	(۹، ۷، ۵)	(۱، ۱، ۱)	(۹، ۷، ۵)	(۷، ۵، ۳)	(۹، ۷، ۵)	(۷، ۵، ۳)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)
رضایت بیماران	(۱، ۱، ۱)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)	(۵، ۳، ۱)	(۹، ۷، ۵)	(۷، ۵، ۳)	(۱۱، ۹، ۷)	(۱، ۱، ۱)

جدول ۱۳. مقایسه زوجی شاخص‌ها بر حسب بعد منابع و تجهیزات

Table 13. Pairwise comparison of indicators according to the resources and equipment dimension

تجهیزات	رضایت بیماران	میزان ازدحام	نرخ پذیرش	میزان حضور مجدد	زمان ارزیابی اولیه	زمان انتظار	طول اقامت
طول اقامت	(۹، ۷، ۵)	(۷، ۵، ۳)	(۷، ۵، ۳)	(۹، ۷، ۵)	(۱، ۱، ۱)	(۹، ۷، ۵)	(۱، ۱، ۱)
زمان انتظار	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۱، ۰/۳۳، ۰/۲)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)
زمان ارزیابی اولیه	(۷، ۵، ۳)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۷، ۵، ۳)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۷، ۵، ۳)	(۱، ۱، ۱)
میزان حضور مجدد	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۱، ۰/۳۳، ۰/۲)	(۷، ۵، ۳)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۷، ۵، ۳)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)
نرخ پذیرش	(۷، ۵، ۳)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۵، ۳، ۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)
میزان ازدحام	(۷، ۵، ۳)	(۱، ۱، ۱)	(۷، ۵، ۳)	(۵، ۳، ۱)	(۷، ۵، ۳)	(۷، ۵، ۳)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)
رضایت بیماران	(۱، ۱، ۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۷، ۵، ۳)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۷، ۵، ۳)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)

جدول ۱۴. مقایسه زوجی شاخص‌ها بر حسب بعد رضایت

Table 14. Pairwise comparison of indicators according to the satisfaction dimension

رضایت	رضایت بیماران	میزان ازدحام	نرخ پذیرش	میزان حضور مجدد	زمان ارزیابی اولیه	زمان انتظار	طول اقامت
طول اقامت	(۱، ۱، ۱)	(۷، ۵، ۳)	(۹، ۷، ۵)	(۹، ۷، ۵)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)	(۱، ۱، ۱)
زمان انتظار	(۱، ۱، ۱)	(۹، ۷، ۵)	(۷، ۵، ۳)	(۱۱، ۹، ۷)	(۷، ۵، ۳)	(۱، ۱، ۱)	(۹، ۷، ۵)
زمان ارزیابی اولیه	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۵، ۳، ۱)	(۹، ۷، ۵)	(۷، ۵، ۳)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۷، ۵، ۳)
میزان حضور مجدد	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۵، ۳، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۹)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)
نرخ پذیرش	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)
میزان ازدحام	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۷، ۵، ۳)	(۱، ۰/۳۳، ۰/۲)	(۱، ۰/۳۳، ۰/۲)	(۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱)	(۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴)
رضایت بیماران	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۹، ۷، ۵)	(۷، ۵، ۳)	(۷، ۵، ۳)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)

جدول ۱۵. وزن شاخص‌ها

Table 15. Indicator weights

نام شاخص	نرخ پذیرش	زمان انتظار	میزان حضور مجدد	میزان ازدحام	زمان ارزیابی اولیه	رضایت بیماران	طول اقامت
وزن	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۳۸

جدول ۱۶. مساحت بخش‌ها

Table 16. Area of sections

بخش	مساحت (متر)	بخش	مساحت (متر)	بخش	مساحت (متر)
فیزیوتراپی	۱۳۷	صندوق	۱۱	داروخانه	۹
استراحت پزشکان اورژانس	۷	پاویون پرستاران	۱۸	اتاق عمل اورژانس	۱۴
پله فرار	۸	پذیرش	۱۵	اتاق لوازم کثیف	۳
آسانسور زباله	۶	واکسیناسیون	۲۶	مشاوره مددکاری	۱۴
معاینه اطفال	۷	اتاق عمل سرپایی	۱۱	گچ‌گیری	۳
پاویون پزشکان آقا	۱۷	ایستگاه پرستاری	۵		
پاویون پزشکان خانم	۱۷	انبار تجهیزات	۳		
ارتوپدی	۲۱	تریاژ	۱۰		
گوش/حلق/بینی	۲۳	ترخیص	۶۱		
ایزوله	۵	اتاق معاینه	۴		

جدول ۱۷. راهنمای بخش‌ها برای الگوریتم آلدپ

Table 17. Section guide for the ALDP algorithm

رنگ	بخش	رنگ	بخش	رنگ	بخش
21	داروخانه	11	صندوق	1	فیزیوتراپی
22	اتاق عمل اورژانس	12	پاویون پرستاران	2	استراحت پزشکان اورژانس
23	اتاق لوازم کثیف	13	پذیرش	3	پله فرار
24	مشاوره مددکاری	14	واکسیناسیون	4	آسانسور زباله
25	گچ‌گیری	15	اتاق عمل سرپایی	5	معاینه اطفال
		16	ایستگاه پرستاری	6	پاویون پزشکان آقا
		17	انبار تجهیزات	7	پاویون پزشکان خانم
		18	تریاژ	8	ارتوپدی
		19	ترخیص	9	گوش/حلق/بینی
		20	اتاق معاینه	10	ایزوله

جدول ۱۸. راهنمای بخش‌ها برای الگوریتم کرفت

Table 18. Section guide for Craft's algorithm

رنگ	بخش	رنگ	بخش	رنگ	بخش
21	داروخانه	11	صندوق	1	فیزیوتراپی
22	اتاق عمل اورژانس	12	پاویون پرستاران	2	استراحت پزشکان اورژانس
23	اتاق لوازم کثیف	13	پذیرش	3	پله فرار
24	مشاوره مددکاری	14	واکسیناسیون	4	آسانسور زباله
25	گچ‌گیری	15	اتاق عمل سرپایی	5	معاینه اطفال
		16	ایستگاه پرستاری	6	پاویون پزشکان آقا
		17	انبار تجهیزات	7	پاویون پزشکان خانم
		18	تریاژ	8	ارتوپدی
		19	ترخیص	9	گوش/حلق/بینی
		20	اتاق معاینه	10	ایزوله

جدول ۱۹. وزن شاخص‌ها، علامت معیارها و امتیازات خبره اول، دوم و سوم

Table 19. Weight of indicators, criteria marks and scores of the first, second and third experts

وزن‌ها	۲۲۰	۱۰۱	۱۹	۸۱۱	۱۲۰	۸۰	۳۷۵
نوع معیار	+	-	-	-	-	-	-
خبره ۱	رضایت بیماران	میزان ازدحام	نرخ پذیرش	میزان حضور مجدد	زمان ارزیابی اولیه	زمان انتظار	طول اقامت
چیدمان با آلدپ	۱	۴	۲	۵	۲	۲	۳
چیدمان با کرفت	۴	۱	۴	۳	۱	۴	۴
خبره ۲	رضایت بیماران	میزان ازدحام	نرخ پذیرش	میزان حضور مجدد	زمان ارزیابی اولیه	زمان انتظار	طول اقامت
چیدمان با آلدپ	۳	۴	۲	۳	۴	۳	۴
چیدمان با کرفت	4	۲	۴	۲	۲	۵	۲
خبره ۳	رضایت بیماران	میزان ازدحام	نرخ پذیرش	میزان حضور مجدد	زمان ارزیابی اولیه	زمان انتظار	طول اقامت
چیدمان با آلدپ	۵	۴	۱	۴	۳	۵	۱
چیدمان با کرفت	۳	۲	۲	۳	۲	۴	۳

جدول ۲۰. طیف ماتریس

Table 20. Matrix spectrum

U	M	L	عبارت کلامی	طیف ماتریس
۳	۱	۱	خیلی ضعیف	۱
۵	۳	۱	ضعیف	۲
۷	۵	۳	متوسط	۳
۹	۷	۵	خوب	۴
۹	۹	۷	خیلی خوب	۵

جدول ۲۱. محاسبات انجام‌شده تاپسیس فازی

Table 21. Fuzzy TOPSIS calculations performed

	رضایت بیماران			میزان ازدحام			نرخ پذیرش			میزان حضور مجدد			زمان ارزیابی اولیه			زمان انتظار			طول اقامت		
وزن معیارها -->	۲۲۰	۲۲۰	۲۲۰	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۹	۱۹	۱۹	۸۱۱	۸۱۱	۸۱۱	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۸۰	۸۰	۸۰	۳۷۵	۳۷۵	۳۷۵
جهت معیارها -->		+			-			-			-			-			-			-	
ماتریس میانگین	رضایت بیماران			میزان ازدحام			نرخ پذیرش			میزان حضور مجدد			زمان ارزیابی اولیه			زمان انتظار			طول اقامت		
حد -->	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L
چیدمان با آلدپ	۶	۵	۴	۹	۷	۵	۴	۲	۱	۸	۷	۵	۷	۵	۳	۷	۶	۴	۶	۴	۳
چیدمان با کرفت	۸	۶	۴	۴	۲	۱	۸	۶	۴	۶	۴	۲	۴	۲	۱	۹	۸	۶	۷	۵	۳
ماتریس بی‌مقیاس	رضایت بیماران			میزان ازدحام			نرخ پذیرش			میزان حضور مجدد			زمان ارزیابی اولیه			زمان انتظار			طول اقامت		
حد -->	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L
چیدمان با آلدپ	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰
چیدمان با کرفت	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰
ماتریس وزین	رضایت بیماران			میزان ازدحام			نرخ پذیرش			میزان حضور مجدد			زمان ارزیابی اولیه			زمان انتظار			طول اقامت		
حد -->	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L
چیدمان با آلدپ	۱۶۷	۱۳۲	۹۷	۲۰	۱۴	۱۱	۱۹	۸	۴	۳۷۸	۲۷۰	۲۲۷	۴۰	۲۴	۱۷	۸۰	۵۲	۴۲	۳۷۵	۲۶۰	۱۷۸
چیدمان با کرفت	۲۲۰	۱۶۷	۱۱۴	۱۰۱	۴۳	۲۳	۵	۳	۲	۸۱۱	۴۳۷	۲۹۹	۱۲۰	۵۱	۲۸	۵۲	۳۸	۳۳	۳۷۵	۲۲۵	۱۶۱
راه‌حل‌ها	رضایت بیماران			میزان ازدحام			نرخ پذیرش			میزان حضور مجدد			زمان ارزیابی اولیه			زمان انتظار			طول اقامت		
حد -->	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L	U	M	L
ایده‌آل	۲۲۰	۲۲۰	۲۲۰	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۹	۱۹	۱۹	۸۱۱	۸۱۱	۸۱۱	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۸۰	۸۰	۸۰	۳۷۵	۳۷۵	۳۷۵
ضد ایده‌آل	۹۷	۹۷	۹۷	۱۱	۱۱	۱۱	۲	۲	۲	۲۲۷	۲۲۷	۲۲۷	۱۷	۱۷	۱۷	۳۳	۳۳	۳۳	۱۶۱	۱۶۱	۱۶۱

جدول ۲۲. فاصله تا راه حل ایده آل مثبت و منفی

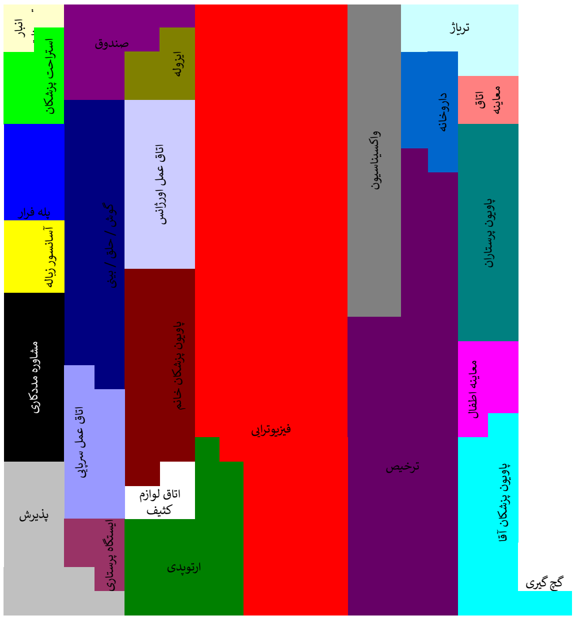
Table 22. Distance to positive and negative ideal solution

فاصله تا راه‌حل ایده‌آل	S+	رضایت بیماران	میزان ازدحام	نرخ پذیرش	میزان حضور مجدد	زمان ارزیابی اولیه	زمان انتظار	طول اقامت
چیدمان با آلدپ	۹۶۴/۶۲۹۴	۹۲/۵۷۴۴	۸۵/۷۹۶۹	۱۰/۵۱۱۷	۵۲۲/۹۳۰۲	۹۳/۴۴۴۴	۲۷/۳۷۶۹	۱۳۱/۹۹۴۸
چیدمان با کرفت	۷۶۳/۰۳۶۷	۶۸/۱۶۴۵	۵۵/۸۷۷۹	۱۵/۳۷۰۳	۳۶۶/۲۷۲۲	۶۶/۳۸۹۶	۳۹/۹۴۵۲	۱۵۱/۰۱۷
فاصله تا راه‌حل ضد ایده‌آل	S-	رضایت بیماران	میزان ازدحام	نرخ پذیرش	میزان حضور مجدد	زمان ارزیابی اولیه	زمان انتظار	طول اقامت
چیدمان با آلدپ	۳۳۲/۳۸۷۷	۴۵/۴۴۳	۵/۵۰۴	۱۰/۱۴۳۸	۹۰/۹۰۰۶	۱۳/۷۷۷۶	۳۰/۰۰۹۷	۱۳۶/۶۰۸۹
چیدمان با کرفت	۷۰۳/۸۴۷۲	۸۲/۵۵۱۳	۵۵/۴۸۰۳	۱/۶۴۰۶	۳۶۰/۵۷۴۶	۶۲/۸۹۲۵	۱۱/۵۴۲۷	۱۲۹/۱۶۵۳

جدول ۲۳. نتایج و رتبه‌بندی نهایی

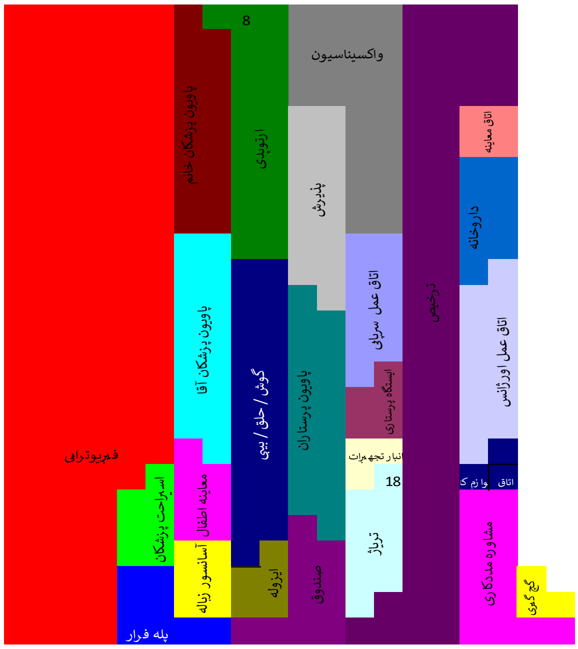
Table 23. Final results and rankings

رتبه	شباهت	نتیجه
۲	۰/۲۵۶۳	چیدمان با آلدپ
۱	۰/۴۷۹۸	چیدمان با کرفت



شکل ۷. طراحی چیدمان با کرفت.

Figure 7. Layout design with Craft.



شکل ۸. طراحی چیدمان با آلدپ.

Figure 8. Layout design with Aldap.

۵-۳- نتایج الگوریتم آلدپ و کرفت

به کمک اکسل الگوریتم‌های آلدپ و کرفت، با وارد کردن ورودی‌ها ازجمله نام و تعداد بخش‌ها به همراه مساحت آن‌ها در جدول **۱۶**، نمودار رابطه فعالیت بین بخش‌ها در شکل **۳**، عرض نوار دو و درنظرگرفتن هزینه‌های یکسان یک برای تمامی بخش‌ها چیدمان بهینه رسم شد. جدول **۲۱** محاسبات روش تاپسیس فازی را نشان می‌دهد. جدول **۲۲** فاصله تا راه‌حل ایده آل مثبت و منفی در چیدمان های آلدپ و کرفت در روش تاپسیس فازی را نشان می دهد.

۶- توصیه‌های مدیریتی

مسیر پیشنهادی در این پژوهش مبنای منطقی برای انتخاب بهینه‌ترین و مناسب‌ترین طرح چیدمان اورژانس برای بهبود فعالیت‌های انجام‌شده توسط پزشکان، پرستاران و سایر کادر درمان و همچنین بیماران فراهم می‌کند. این تحقیق به مدیران و کارشناسان بیمارستان‌ها ازجمله کارشناسان بخش بهبود کیفیت اجازه می‌دهد تا مهم‌ترین شاخص‌های تأثیرگذار در بهبود چیدمان بخش‌های حیاتی را شناسایی و طرح چیدمان فعلی بخش اورژانس بیمارستان خود را بر اساس آن ارزیابی نمایند. به‌منظور داشتن طرحی مناسب برای ارزیابی بخش‌ها، این شاخص‌ها می‌توانند به‌صورت نظرسنجی از خبرگان، قبل از طراحی بخش گنجانده شوند تا خبرگان آن تشویق شوند. بر اساس نتایجی که به‌دست‌آمده است، شاخص طول اقامت نقش مهمی در حل مسئله چیدمان بخش اورژانس دارد. درنتیجه کارشناسان باید به این شاخص و همچنین زیرمعیارهای آن توجه ویژه‌ای داشته باشند. بیمارستان‌ها می‌توانند قبل از ساخت بخش‌ها و همچنین پس از ساخت در زمان تعویض بخش‌ها در برنامه چیدمان خود طرح‌هایی را که بر اساس مسیر پیشنهادی، امتیاز بالاتری کسب نموده‌اند را در اولویت قرار دهند.

۷- بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش ابتدا با بررسی مقالات و گفتگو با خبرگان، ۲۲ شاخص مهم برای بخش اورژانس با دسته‌بندی آن‌ها در بعدهای زمان، کیفیت، ایمنی، منابع و تجهیزات و رضایت شناسایی شدند و با توزیع پرسشنامه دلفی فازی با طیف لیکرت پنج‌تایی (خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) و نظرسنجی از خبرگان طی یک مرحله، هفت شاخص طول اقامت، زمان انتظار، زمان تا ارزیابی اولیه، میزان حضور مجدد، نرخ پذیرش، میزان ازدحام و رضایت بیماران با داشتن حد آستانه بالاتر از ۰/۷ مورد تأیید قرار گرفتند. با داشتن این هفت شاخص، در مرحله بعدی با

کمک روش تحلیل سلسله مراتبی فازی وزن دهی به شاخص‌ها انجام گرفت. در مرحله بعد، به کمک الگوریتم‌های آلدپ و کرفت طراحی‌شده در اکسل به طراحی چیدمان بهینه پرداختیم. با وارد کردن اطلاعاتی همچون تعداد بخش‌ها و نام آن‌ها، مساحت کلی و تقریبی بخش اورژانس، نام هر بخش، جریان (ماتریس رابطه فعالیت‌ها) و هزینه بین بخش‌ها به طراحی پرداختیم. لازم به ذکر است ماتریس رابطه فعالیت‌ها حاصل میانگین حسابی نظرات پنج نفر از خبرگان بود. هر خبره با نظر دادن در مورد میزان نزدیکی یا دوری بخش‌ها با حروف لاتین (A,E,I,O,U,X) به پر کردن ماتریس رابطه فعالیت‌ها نمود. در انتها تمام خانههای ماتریس با میانگین حسابی نظرات تکمیل و نتایج هر میانگین با بازه بندی و نسبت دادن حروف لاتین به اعداد تکمیل شد. هزینه بخش‌ها هم یکسان در نظر گرفته شد. سپس با واردکردن این اطلاعات، چیدمان طراحی شد. در آخرین مرحله، نوبت به رتبه‌بندی چیدمان‌های طراحی شده به کمک روش شباهت به راه‌حل ایده آل فازی رسیدکه نشان داد چیدمان کرفت رتبه اول و چیدمان آلدپ رتبه دوم را کسب کرد.

۸- محدودیت‌ها و پیشنهادها برای تحقیقات آینده

در این پژوهش، روش پرسش‌نامه جهت انتخاب شاخص‌ها مورداستفاده قرار گرفته است. زمان‌بر بودن توزیع پرسش‌نامه و دریافت آن از خبرگان به دلیل مشغله کاری بسیار بالای آن‌ها و نداشتن وقت کافی برای پاسخگویی، ازجمله محدودیت‌هایی بود که در این پژوهش وجود داشت. یکی دیگر از محدودیت‌هایی که در کارهای پژوهشی وجود دارد، محدودیت در انتخاب خبرگان می‌باشد. همچنین ازآنجایی‌که ممکن است خبرگان هنگام پاسخگویی به سؤالات دچار خطای ادراکی شوند و با درک خاص خود به سؤالات پاسخ دهند، بنابراین در تحقیقات آینده می‌توان از روش‌های جدیدتری جهت به دست آوردن شاخص‌ها استفاده نمود. در تحقیقات آینده جهت وزن دادن به شاخص‌های تصمیم‌گیری، می‌توان سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ازجمله روش‌های BWM،SWARA، MDL را به کار برد و نتایج آن را با پژوهش حاضر مقایسه نمود. می‌توان از روش‌های رتبه‌بندی تصمیم‌گیری چندمعیاره ازجمله روش‌های WASPAS، COPRAS جهت انتخاب بهترین طرح چیدمان استفاده نمود و نتایج آن را با نتایج حاصل از روش شباهت به راه‌حل ایده‌آل فازی در این تحقیق مقایسه کرد.

مشارکت‌های نویسندگان

همه نویسندگان در مقاله نقش و سهم یکسان داشته‌اند.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافع مرتبط با تحقیق حاضر ندارند و نتایج به‌صورت بی‌طرفانه و بدون دخالت منافع شخصی یا حرفه‌ای به‌دست‌آمده است.

قدردانی

نویسندگان از عوامل اجرایی نشریه مهندسی سیستم و بهره‌وری و همچنین داوران محترم که کیفیت این مقاله را افزایش دادند، قدردانی می‌نمایند.

منابع

Arunyanart, S., & Pruekthaisong, S. (2018). Selection of multi-criteria plant layout design by combining AHP and DEA methodologies. *MATEC Web of Conferences, 192*, 01033. https://doi.org/10.1051/matecconf/201819201033

Asl, A. A. S., Saghafi, F., Zolfagharzadeh, M. M., Hamidi, M., & Askarian, M. (2016). Extracting key indicators of research development based on Ishikawa fuzzy Delphi in healthcare sector. *Quarterly Journal of Strategy, 25*(4), 5–26. (In Persian)

Athawale, V. M., & Chakraborty, S. (2010). Facility layout selection using PROMETHEE II method. *IUP Journal of Operations Management, 9*(1/2), 81–98.

Bacudio, L., Esmeria, G. J., & Promentilla, M. A. (2016, March). A fuzzy analytic hierarchy process approach for optimal selection of manufacturing layout. In *DLSU Research Congress* (pp. 7–9). De La Salle University.

Besbes, M., Affonso, R. C., Zolghadri, M., Masmoudi, F., & Haddar, M. (2017). Multi-criteria decision making for the selection of a performant manual workshop layout: A case

Laporte, G., & da Gama, F. S. (2015). Facility location under uncertainty. In G. Laporte, S. Nickel, & F. Saldanha-da-Gama (Eds.), *Location science* (pp. 177–203). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-13111-5_7

Mishra, V. (2024). Planning and selection of facility layout in healthcare services. *Hospital Topics, 102*(1), 35–43. https://doi.org/10.1080/00185868.2022.2088433

Mousavi, P., Yousefizenouz, R., & Hasanpoor, A. (2015). Identifying organizational information security risks using fuzzy Delphi. *Journal of Information Technology Management, 7*(1), 163–184. (In Persian)

Nabila, A., Umam, M. I. H., Suherman, A., Devani, V., & Nazaruddin, M. R. (2022). Computerized Relative Allocation of Facilities Techniques (CRAFT) algorithm method for redesign production layout (case study: PCL Company). In *Proceedings of the 3rd South American International Industrial Engineering and Operations Management Conference* (pp. 1580–1590). Industrial Engineering and Operations Management Society.

Nghiem, T. B. H., & Chu, T. C. (2022). Evaluating lean facility layout designs using a BWM-based fuzzy ELECTRE I method. *Axioms, 11*(9), 447. https://doi.org/10.3390/axioms11090447

study. *IFAC-PapersOnLine, 50*(1), 12404–12409. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2424

Bozer, Y. A., Meller, R. D., & Erlebacher, S. J. (1994). An improvement-type layout algorithm for single and multiple-floor facilities. *Management Science, 40*(7), 918–932. https://doi.org/10.1287/mnsc.40.7.918

Brambilla, A., Mangili, S., Das, M., Lal, S., & Capolongo, S. (2022). Analysis of functional layout in emergency departments (ED): Shedding light on the free standing emergency department (FSED) model. *Applied Sciences, 12*(10), 5099. https://doi.org/10.3390/app12105099

Cheng, C. H., & Lin, Y. (2002). Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation. *European Journal of Operational Research, 142*(1), 174–186. https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00280-6

Drira, A., Pierreval, H., & Hajri-Gabouj, S. (2007). Facility layout problems: A survey. *Annual Reviews in Control, 31*(2), 255–267. https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2007.04.001

El Kady, A., Sami, S. A., & Eldeib, A. M. (2017, May). A two stage heuristics for improvement of existing multi floor healthcare facility layout. In *Proceedings of the 9th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Technology* (pp. 97–101). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3093293.3093308

Eraslan, E., Güneşli, İ., & Khatib, W. (2020). The evaluation of appropriate office layout design with MCDM techniques. *SN Applied Sciences, 2*(3), 388. https://doi.org/10.1007/s42452-020-2181-x

Hosseini-Nasab, H., Fereidouni, S., Fatemi Ghomi, S. M. T., & Fakhrzad, M. B. (2018). Classification of facility layout problems: A review study. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 94*(1–4), 957–977. https://doi.org/10.1007/s00170-017-0895-8

Kahraman, C., Onar, S. C., & Oztaysi, B. (2015). Fuzzy multicriteria decision-making: A literature review. *International Journal of Computational Intelligence Systems, 8*(4), 637–666. https://doi.org/10.1080/18756891.2015.1046325